

凌永乐 编著

化学元素 的发现

族 周期	I A	II A	III B	IV B	V B
1	1 H 氢 1.0079				
2	3 Li 锂 6.941	4 Be 铍 9.01218			
3	11 Na 钠 22.98977	12 Mg 镁 24.304			
4	19 K 钾 39.0983	20 Ca 钙 40.078	21 Sc 钪 44.95591	22 Ti 钛 47.88	23 V 钒 50.9415
5	37 Rb 铷 85.4678	38 Sr 锶 87.62	39 Y 钇 88.9059	40 Zr 锆 91.22	41 Nb 铌 92.9064
6	55 Cs 铯 132.9054	56 Ba 钡 137.33	57—71 La—Lu 镧系	72 Hf 铪 178.49	73 Ta 钽 180.9479
7	87 Fr 钫 223 ⁰	88 Ra 镭 226	89—103 Ac—Lr 锕系	104 Unq 261 [*] (6d ² 7s ²)	105 Unp 262 [*] (6d ² 7s ²)

内 容 简 介

本书按化学元素在自然界存在的丰度、状态以及它们的性质,从人类社会以及物理和化学科学的发展,先后列述了全部已知化学元素的发现,并对未知的元素也作了一些论说。全书对科学家们发现各种化学元素过程中所进行的一些科学实验,作了一些解释和说明。

本书既是一本化学史话,也是一本化学知识读物,可供大、中学校化学教师、学生和科学史爱好者阅读参考。

化学元素的发现

凌永乐 编著

责任编辑 王玉生

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981年9月第一版 开本:787×1092 1/32

1981年9月第一次印刷 印张:9

印数:0001—13,350 字数:176,000

统一书号:13031·1697

本社书号:2320·13-4

定价:1.15元

序

化学元素的发现是全世界人民长期共同劳动的成果。我国人民，特别是我们的祖先，曾经在这一方面也留下了辉煌的几页。可是，它们在国外出版的有关化学元素发现书籍中，却被忽视，甚至抹杀了。解放前后，国内也曾出版过有关的书，但尽属译本，也没有能使我国的成就发扬光大。在全国解放后，我国的考古和科学史的研究工作和其他工作一样，在党和政府的领导下，得到了很大的发展，使我们祖先在这一方面留下的记录更加灿烂发光。如何把它们收集整理，编进化学元素发现史里，这是迫切需要的工作之一。

显然，一种化学元素的发现与它在自然界中存在的数量、状态和分布状况，以及它存在的单质或化合物的性质，有着密切的关系。人类社会的发展、化学自身以及和它相关的物理学的发展对化学元素的发现起着很大的影响。可是国外学者们对化学元素的发现却强调偶然性，夸大发现化学元素的化学家们的天才，过多叙述化学家们的生活细节，谈论化学元素发现优先权的归属。我国自然科学工作者如何摘其可贵史料，去粗存精，去伪存真，学习运用历史唯物主义、辩证唯物主义，讲述化学元素的发现，就很有必要了。

此书如我所望编著出版，引为欣慰。

编者和我相识多年。他对于化学发展史深感兴趣，并费过相当的精力，进行研究。我知他早在十多年前，即已写成元素史初稿。后来数改原稿。他又结合教学，把古人发现化学元素的一些实验操作，用现代化学反应加以解释说明，更为可取。

袁翰青

1978年冬

目 录

序.....	袁翰青	iii
一 古代人们在实践中使用的元素.....		1
1-1 碳 (3) 1-2 金和银 (8) 1-3 铜和锡 (11) 1-4 铅 (19)		
1-5 硫 (22) 1-6 砷 (25) 1-7 铁 (27) 1-8 汞 (35)		
1-9 锌 (38) 1-10 镍 (43) 1-11 铈和铋 (47)		
二 化学科学实验兴起以后.....		51
2-1 磷 (55) 2-2 钴 (59) 2-3 铂 (61) 2-4 锰 (63)		
2-5 氧和氮 (66) 2-6 氢 (75) 2-7 钨和钨 (81)		
三 分析化学发展起来以后.....		85
3-1 铀 (87) 3-2 锆和钛 (90) 3-3 钇和铈 (94) 3-4 铬 (97)		
3-5 铍 (99) 3-6 碲和硒 (101) 3-7 铌和钽 (103)		
3-8 钨 铈 钼 铈 (106) 3-9 钍 (109) 3-10 镉 (111)		
3-11 钒 (114) 3-12 镧 铈 铈 (116) 3-13 钨 (118)		
四 有了电池之后.....		120
4-1 钾和钠 (122) 4-2 钙和镁 (126) 4-3 钡和锶 (130)		
4-4 硼 (132) 4-5 氯 (135) 4-6 碘 (138) 4-7 锂 (140)		
4-8 硅 (142) 4-9 溴 (144) 4-10 铝 (147) 4-11 氟 (151)		
五 利用光谱分析发现.....		156
5-1 铯和铷 (159) 5-2 铊和铟 (162) 5-3 氢 (164)		
5-4 氫 (167)		

六	由于元素周期系的建立.....	172
	6-1 镓 (175) 6-2 铟和铊 (180) 6-3 铊 铊 铊 (183)	
	6-4 铊 铊 铊 (185) 6-5 铊 (191) 6-6 铊 铊 铊 (195)	
七	发现了放射性以后.....	200
	7-1 钋和镭 (203) 7-2 镭 (207) 7-3 镭 (209) 7-4	
	钋 (211)	
八	在原子结构研究中的发现.....	214
	8-1 钋 (217) 8-2 铊 (219)	
九	实现了人造的元素.....	222
	9-1 铊 (227) 9-2 铊 (230) 9-3 铊和铊 (233) 9-4 铊	
	和铊 (236) 9-5 铊 铊 铊 (239) 9-6 铊和铊 (242)	
	9-7 铊 铊 铊 (244) 9-8 从 104 到 107 (247)	
十	期望着的未来元素.....	253
附录		257
	(一) 化学元素命名和符号的来源	257
	(二) 地壳中元素的分布	269
	(三) 本书外国人名译名对照表	272

一 古代人们在实践中使用的元素

原始社会初期，人类使用的劳动工具主要是石器，是简单而粗劣的石块。当时人们借助于这样的工具猎取野兽，发掘可食植物的根茎。历史上把这个时期称为旧石器时代。

在漫长的旧石器时代里，人们慢慢地学会制造磨光的、比较精致的石头工具。于是，人类社会逐渐进入了新石器时代。

根据历史学家和考古学家们的研究和考证，在旧石器时代里，人类已经会使用火。

火的发明大约在公元前五十万年。在北京周口店中国猿人生活过的地方，曾经发现有很厚的灰烬和一些经火燃烧过的动物骨骼化石与灰土。这证明他们已经学会了用火。

火的利用是人类在化学史上的第一个发明。人类由于使用了火，不仅有了防御野兽侵害的武器，而且从生食改变为熟食，缩短了消化过程，从而促进了人类机体的生理变化和发展。火对于人类物质文化的发展也具有重要的意义，陶器的制造以及金属的冶炼都是由于使用了火的结果。

一些自然金属在石器时代已经被人们利用了，但是由于它们并不像石头那样到处都有，产量比较稀少，因此人们还不能利用它们做为工具。只是在原始社会逐渐解体过渡到奴隶

社会后,生产力发展的水平发生了重大变化,人们开始从含金属的矿石中提炼金属来制作生产工具和武器。他们先把矿石放在火堆上焙烧,然后把它放在简单的熔化炉里加入木炭搅拌并加热,而得到质量不太高的金属。虽然当时提炼金属的方法极不完备,不过,人类终于跨进了金属时代,掌握了金属作为制造劳动工具的材料。

人们在这个时期里不仅开始使用并认识了一些金属,而且也使用并认识了碳、硫等一些非金属。

广大奴隶和被剥削的劳动群众对奴隶主日益激烈的斗争,把奴隶社会推向封建社会。和奴隶制相比,封建制下的直接生产者有相对独立的经济地位,社会生产力有所提高,人们认识并利用了更多的金属和非金属。

1640年英国的资产阶级革命,标志着世界近代史的开始。在本书中,把十七世纪中期以前人们使用的一些金属和非金属单质,列为古代人们所发现的一些化学元素予以介绍。

当然,古人当时使用这些金属和非金属物质时,还没有把它们当做元素。那时化学元素的概念还不存在,即使在后来很长的一段时期里被人们发现的一些新物质,应当被认为是化学元素的,也并没有得到承认。只是在十八世纪,特别是到了十九世纪,才开始确定在古人使用的一些物质中,究竟哪些是化学元素。

古代人们使用的那些化学元素,实际指的是元素的单质状态。元素和单质的概念在今天是有区别的,比如水中含有氢和氧两种元素,但并不含有氢气和氧气两种单质。一种化

学元素的发现,并不是以发现了它的单质状态为依据的,而古人使用的那些物质中,确定哪些是元素,却恰恰是以单质为依据的。

这种确定,化学史家一方面是根据古代文献的资料加以考证,得到结论;另一方面是根据考古发掘出来的文物以及一些地上传世可靠的遗产,加以物理和化学的分析研究,作出判断。

古代的埃及、亚述、巴比伦、罗马、希腊、印度和我国,都是人类最早定居的地方,因而也是古代文化的发源地。因此,今天所确定的一些古人使用的化学元素,绝大部分是这几个国家古代劳动人民的创造和发现。

我国自解放后,考古发掘工作在党和人民政府的领导下得到很大发展,使大量多年埋没在地下的文物出土,我国考古和化学史学者们获得大量宝贵材料,使我国古代人民在化学元素发现过程中伟大的劳动成果和智慧结晶得到发扬和传播。

1-1 碳

碳是在自然界中分布相当广泛的元素之一。自然界中以游离状态存在的碳有金刚石、石墨和煤。各种形态的煤在自然界中分布很广。煤中含碳达 99%。碳的化合物更是多种多样,从空气中的二氧化碳和岩石、土壤中的各种碳酸盐,到动植物组织中成千上万种的有机化合物。人们还可以轻易地取

得碳的一些游离状态的产物，如木炭、骨炭、炭黑等等。这就决定了碳在人类有史以前很早很早就被发现和利用了。

随着火的发现，人们就发现了木炭、骨炭。1929年，在北京城西南周口店山洞里发现了中国猿人的头骨化石。中国猿人大约在五十万年前生活在这个地方。就在这些山洞里，还发现了木炭和被烧过的兽骨。兽骨由于燃烧而呈现黑、灰、黄、绿、蓝等色，带黑色的兽骨经过化学分析，证实其中有单质碳存在。

从人类新石器时代开始制造陶器起，炭黑就被用来做为黑色颜料制造黑陶。对我国发掘出的属于新石器时代的黑色陶器所作的化学分析证明，黑色的来源是由于大量碳质的存在。

由石器时代进入青铜时代的时期中，木炭不仅被人类用作燃料，而且还被用作还原剂。我国许多古代冶炼金属场地的发掘中都证明了这一点。例如，1933年在河南安阳发掘到一个商代（约公元前十六世纪到公元前1066年）冶炼铜的场地，就有大块的木炭，直径在一寸以上或二寸左右^①。我国古书《管子·轻重乙篇》中说：“请以断山木，鼓山铁，是可以无藉而用足。”由此可见在我国战国（公元前403—221年）时期已用木炭炼铁。

随着冶金工业的发展，人们在寻找比木炭更廉价的燃料和还原剂。这样，人们找到了煤。

① 刘峙震：《殷代冶铜技术之研究》，《安阳发掘报告》，第四期，1933年。

根据古代文献的记载，我国人民至迟在汉朝已经知道煤可燃烧。《汉书·地理志》说：“豫章郡出石，可燃为薪。”豫章郡在现今江西省南昌市附近，这种可烧的石头显然指的是煤。公元前一世纪，我国汉朝的文献《盐铁论·禁耕》篇中说：“故盐冶之业，大傲皆依山川，近铁炭……”，意思是说，大规模的冶铁作坊应当设置在出产炭的地区。这里的炭是“依山川”而得，也显然指的是煤。近年来，我国考古工作者在山东省平陵县汉初冶铁遗址中发现了煤块，也说明在我国汉朝初期，即公元前二百年左右，已用煤炼铁。但是，我国冶金史研究者们检验了汉代生铁中一般含硫量在万分之三左右，认为这样低的含硫量不像是用煤炼出来的^①。北魏时酈道元写的《水经注·浊漳水篇》引《释氏西域记》，曾描述过西域屈茨（今新疆库车县一带）以北二百里的山上炼铁的情景：“夜则火光，昼日但烟，人取此山石炭，冶此山铁，恒充三十六国用。”这一记载表明，在北魏时期（386—534年）当地可能已用煤来冶铁了。如果北魏时西域用煤炼铁属实，那末中原地区很可能更早就用煤炼铁了。因此，我国汉代用煤炼铁是可能的。

元朝初期来我国的意大利人马可·波罗在归国后所作的游记中，曾把“用石作燃料”列为专章介绍。他写到：“契丹全境之中，有一种黑石，采自山中，如同脉络，燃烧与薪无异；其火候且较薪为优，盖若夜间燃火，次晨不息。其质优良，致使全境不燃他物，所产木材固多，然不燃烧，盖石之火力足而其

^① 中国冶金史编写组：《我国古代炼铁技术》，《化学通报》，1978年第2期。

价亦贱于木也。”^①当时这位欧洲人惊奇地看到我国人民用煤作燃料，甚为惊奇，竟至当作奇闻大书特书，哪知我们的祖先已经使用将近一千年了。英国到十三世纪初才在北部设矿采煤。

十七世纪初，我国明朝末年方以智在他所著《物理小识》中也讲到煤：“……煤则各处产之，臭者烧熔而闭之成石，再凿而入炉曰礶，可五日不灭火，煎矿煮石，殊为省力。”从这里可见，早于明末以前我国劳动人民已经知道把煤炼成焦炭，并用来冶炼金属。因为知识分子编写成书，必定是晚于劳动人民的生产实践的。

煤在我国古代名称很多，如石涅、涅石、乌金、黑丹、石炭等等。碳的同素异形体之一的石墨，在我国古代文献中也是煤的别名。它在十六世纪间被欧洲人发现，曾长期被误认为是含铅的物质，而被称为“绘画的铅”，从被开采的初期就被用来制造“铅笔”，一直沿用到今天。

碳的另一个同素异形体——金刚石，在古代印度的著作中经常提到，这是由于印度出产金刚石的缘故。我国晋代葛洪（大致公元281—361年）的《抱朴子》一书中说：“扶南出金刚，生水底石上，如钟乳状，体似紫石英，可以刻玉，人没水取之，虽铁椎击之亦不伤。”扶南是指现今的柬埔寨。在柬埔寨的山麓地带是富有各种矿藏的。从葛洪的记述里说明当时他已经认识了金刚石的一些性能。英国著名科学家牛顿发觉到金刚石和松节油、樟脑等可燃性物质一样能使光线折射。他认

^① 冯承钧译：《马可·波罗行记》，中华书局，1954年。

为金刚石是“浓缩的油性物质”，能够燃烧。他把这一想法记述在 1704 年所著的《光学》中。首先燃烧金刚石的是意大利佛罗伦萨科学院的院士们。他们用取火镜把日光聚集在金刚石上。它被烧红，体积缩小，不熔化，很快没有留下任何痕迹就消失了。这是在 1694 年的事。到 1776 年，拉瓦锡把金刚石放置在玻璃钟罩内，重复了意大利科学院院士们燃烧金刚石的实验，得到无色的气体，和澄清的熟石灰水作用后，形成白色沉淀。这正和燃烧木炭所得的结果一样。于是，他作出结论：在金刚石和木炭中含有相同的“基础”，称为碳。正是拉瓦锡，首先把碳列入元素表中。1797 年，法国化学家谈拉德观察到赤热的金刚石在熔化了硝酸盐中强烈燃烧的现象，并且测定了所形成的二氧化碳气的量等于相同量的石墨燃烧时所获得的量。他证实了金刚石是纯净的碳。

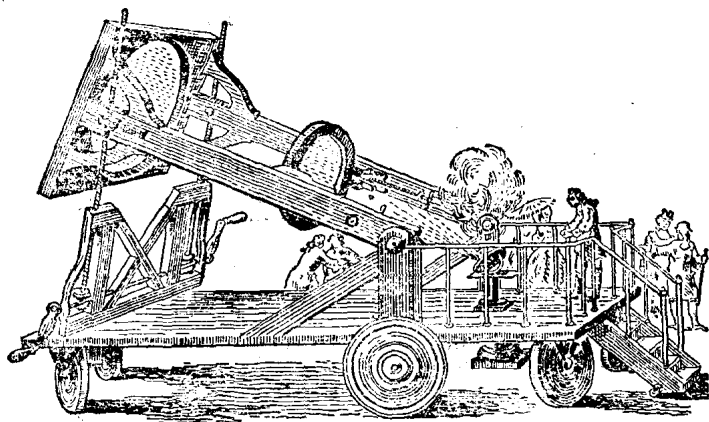


图 1-1 拉瓦锡用凸透镜燃烧金刚石

1977年12月21日，山东省临沐县岌山公社常林大队的一位女社员魏振芳，在田间深翻整地时发现一颗特大的金刚石，重158.7860克拉(5克拉等于1克)，色质透明，呈淡黄色，并具有金刚光泽，光彩夺目，是迄今我国发现的最大的的一颗天然金刚石。它在世界上也是罕见的。

碳元素的拉丁名称 Carbonium 来自“Carbo”一词，就是煤的意思。它的元素符号“C”来源于此。

1-2 金 和 银

金在自然界中绝大部分成单质状态存在。在许多河流的沙床上，它和砂子混和在一起；在一些岩石中，它和岩石掺杂成块。由于它的化学惰性，使它不论在哪里，都不受空气和水的作用，发出它固有的黄色光辉，吸引着人们的注意。因此，它在人类生活的最初时期就被人们发现了。它被认为是人类最早发现的化学元素之一。据说，曾经获得最大的金块重112公斤^①。

从古代遗迹的发掘中，发现金制的物件和古代人类石制的用具并存在一起。这说明人类在石器时代已经发现并使用了金。

银在自然界中虽然也有单质状态，但是大部分是化合物状态，因而它的发现要比金晚。一般认为在距今5500—6000

^① Б. В. Некрасов: «普通化学教程»(中译本), 下册, 728页, 高等教育出版社, 1955年。

年以前。据说，曾经发现最大的银块重 13.5 吨^①。天然银多半是和金、汞、锑、铜或铂成合金。天然金几乎总是与少量银成合金。我国古代已知的琥珀金，在英文中称为 electrum，就是一种天然的金、银合金，含银约 20%。最初，由于人们取得的银的量很小。使得它的价值比金还贵。在大约纪元前 1780—1580 年间埃及王朝的法典中规定，银的价值是金的两倍。甚至到十七世纪，在日本，银和金的价值还是相等的。马克思在《政治经济学批判》中提到：“金实际上是人所发现的第一种金属。一方面，自然本身赋予金以纯粹结晶的形式，使它孤立存在，不与其它物质化合，或者如炼金术士所说的，处于处女状态；另一方面，自然本身在河流的大淘金场中担任了技术操作。因此，对人说来，不论淘取河里的金或挖掘冲积层中的金，都只需要最简单的劳动；而银的开采却以矿山劳动和一般比较高度的技术发展为前提。因此，虽然银不那么绝对稀少，但是它最初的价值却相对地大于金的价值。”^②

金、银最早被人们用来制作装饰品，后来作为货币。这两种应用一直传到今天。在古苏美尔（在今伊拉克幼发拉底河和底格里斯河两河流域北部为古代的亚述，南部为巴比伦尼亚。巴比伦尼亚北部为阿卡德，南部为苏美尔。）的城市国家乌尔（Ur）第一王朝（约纪元前 27—26 世纪）陵墓内，发现有大量铜器和金银珠宝饰品。根据埃及古代坟墓发现的遗迹，

① Б. В. Некрасов: 《普通化学教程》(中译本), 下册, 728 页, 高等教育出版社, 1955 年。

② 马克思: 《政治经济学批判》, 《马克思恩格斯全集》, 第 13 卷, 146 页, 人民出版社, 1962 年。

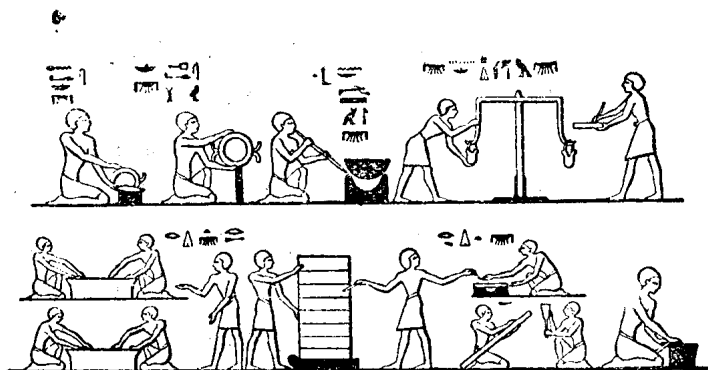


图 1-2 埃及古墓中雕刻的淘金、熔金和称金的形象

知道在纪元前 2000 年以前，埃及人已经用镀金、包金和镶金的器物，并且把金丝用在刺绣上。在我国西周时代的墓葬里出土有包在铜矛、车衡两端的条形、圆形、人字形、三角形金片，还有包金兽面、包金圆泡等等。银在我国周代也已用作器物上的装饰，如成都出土战国时期铠甲上的甲饰就是用银制的，长沙出土的楚国漆器也有用银饰片的。

黄金和白银特别明显地表现出最适宜制作装饰品和充当货币的一些特点：易于分割，可以长期保存，体积和重量小而价值大。我国古代采用金、银作为货币的制度，《史记》推源到夏虞以前，即公元前 2000—3000 年间。说到：“夏虞之币，金为三品。或黄或白或赤。”这里的“黄”应该指的是金，“白”是银，“赤”是铜。范文澜则认为“黄金白银用作贵重货币，当从东周后期楚国开始，至战国随着商业的发达，黄金成为通行的货币。现存古货币有‘郢爰’（重一两九钱六分），形似小饼，称为饼子金或饼金。饼金有黄金饼，也有银饼。”^①

^① 范文澜：《中国通史简编》（修订本）第一册，246 页，人民出版社，1964 年。

“金”在我国古代文献中常指铜，或泛指一般金属。如《史记》中有“禹收九牧贡金，铸九鼎”。又如贾谊的《过秦论》中说，秦始皇“收天下之兵聚之咸阳，销锋铸镞，以为金人十二。”这些文字中的“金”显然都是指铜。在《汉书·食货志》里说：“古者金有三等，黄金为上，白金为中，赤金为下。”注：“白金，银也；赤金，丹阳铜也。”这里的“金”就是泛指金、银和铜。

我国古代的“金”字在东汉和帝十二年(公元100年间)许慎所著的《说文解字》中解释说：“五金黄为之长，久蕴不生衣，百炼不轻，从革不违，西方之行，生于土，从土，左右注，象金在土中形，今声。”这说明我国古代已认识到金的一些性质，它久埋在地下不会生锈，冶炼它不会和空气中氧气发生化学变化而减轻质量，可以销铸而无伤。银在我国古代称为白金。

西方古代人们对金和银也很重视，用太阳和月亮的符号来表示它们。拉丁文中的“金”一词是 Aurum，来自 Aurora 一词，是“灿烂”的意思；“银”是 Argentum，来自希腊文 Argyros，是“明亮”的意思。因此，金和银的化学元素符号分别订为 Au 和 Ag。

1-3 铜 和 锡

在自然界中存在着天然铜，曾经获得最大的天然铜重达420吨。

在古代，当人们最初发现了天然铜，便用石斧把它砍下来，用锤打的方法把它加工制成物件。于是铜器开始挤进石